

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-63890

(43) 公開日 平成9年(1997)3月7日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 1 G 5/16

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 1 G 5/16

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平7-210718

(22) 出願日 平成7年(1995)8月18日

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 藤井 康生

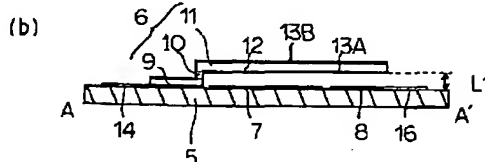
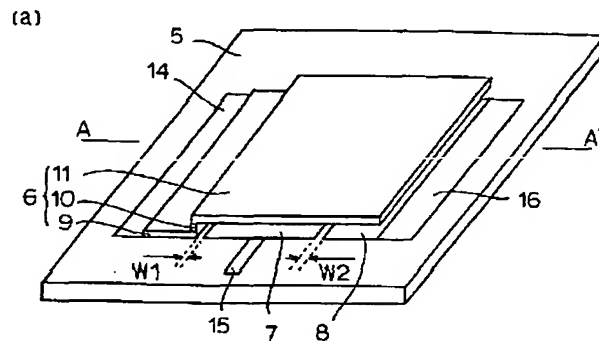
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(54) 【発明の名称】 可変容量コンデンサ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 大きな静電容量が得られるとともに、静電容量の可変率が大きく、単一素子でありながら、電気的耐圧性に優れ、コンデンサの性能指数を示すQ値が高い、小型の可変容量コンデンサを提供する。

【解決手段】 可動電極6を構成する可動部9の一端は、支持部10によって支持される。また、可動部に対向して、駆動電極7と検出電極8が設けられる。可動電極と駆動電極の間に外部バイアス電圧を印加すると、両者の間にはクーロン力が発生する。このため、可動部は、自らの弾力(復元力)とクーロン力との釣り合いを保ちながら、駆動電極に引き寄せられる。この際、可動部の検出電極と向き合う部分は、可動部の駆動電極と向き合う部分より大きく変位する。すなわち、可動部と検出電極の間の平均距離は、可動部と駆動電極の間の平均距離に比べて狭くなる。このため、可動部と検出電極の間の静電容量は平均距離に反比例するので、大きな静電容量が得られるとともに、静電容量の可変率が大きくなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁支持台と、該絶縁支持台の表面に形成された駆動電極と、該駆動電極と一定の間隔を介して前記絶縁支持台の表面に形成された検出電極と、前記駆動電極および該検出電極に対向して設けられた可動部を有する可動電極と、前記駆動電極および該可動電極の間に電圧を印加する手段とを備え、前記駆動電極と前記可動電極の間に電圧を印加した際に発生するクーロン力と前記可動部の弾力は釣り合いを保ちながら、前記検出電極と前記可動部との平均距離が前記駆動電極と前記可動部との平均距離に比べて狭くなるように前記可動部が可動することを特徴とする可変容量コンデンサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電圧可変容量素子の一種である可変容量コンデンサに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来は、可変容量素子として、複数の固定板からなるステーターと、固定板に対向して設けられ、軸を回すことによって固定板に触れずに回転する回転板からなるローターとによって構成されるバリエブルコンデンサが知られている。ステーターとローターは一定の間隔を介して配置されていて、ローターを回転させると、互いの対向面積が変わり静電容量が変化する。

【0003】また、絶縁層で囲まれた半導体表面の空間電荷領域に、外部バイアス電圧を加えると静電容量が変化する可変容量ダイオードが知られている。

【0004】さらに、特開平5-74655号公報に記載された可変容量コンデンサが知られている。図6のように、可変容量コンデンサは、共に薄膜体として形成された固定電極1と可動電極2とを備えており、これらが絶縁支持台3に設けられた空間部4を介して対向支持された構造となっている。絶縁支持台3は、例えばシリコン基板であり、その一面側に彫り込み形成された凹部である空間部4の底面にはアルミニウムの蒸着などによって形成された固定電極1が設けられている。また、この凹部の開口縁部には同様に形成された可動電極2が空間部4を介して浮いた状態で設けられており、固定電極1および可動電極2のそれぞれの一端から引き出し形成された端子部（図示せず）間には外部バイアス電圧が印加されるようになっている。固定電極1と可動電極2との間に外部バイアス電圧を印加すると、固定電極1と可動電極2との間のクーロン力の作用によって、両者間の間隔が増減し、静電容量が変わる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、バリエブルコンデンサは、モーター等を用いてローターを回転させるための回転機構が必要となるため、小型化を図ることが難しかった。

【0006】また、可変容量ダイオードは、単一素子に

よって静電容量を可変させることが可能であるが、電氣的耐圧性を向上させるために内部抵抗を大きくする必要があった。内部抵抗を大きくすると、 $1/2\pi fcr$

（但し、 f は周波数、 c は静電容量、 r は内部抵抗）で表わされるコンデンサの性能指数を示す Q 値は小さくなり、周波数の安定性が悪くなるという欠点や、キャリアノイズが大きくなるという欠点があった。

【0007】さらに、可変容量コンデンサの場合、可動電極2を、外部バイアス電圧が印加されていない状態の固定電極1と可動電極2の距離に対して $1/3$ 以上変位させようとすると、可動電極2を表面に形成した薄板が元の位置に戻ろうとする弾力（復元力）と、固定電極1と可動電極2との間に生じるクーロン力との釣り合いが保たれなくなり、可動電極2が固定電極1に引きつけられてしまうという欠点があった。このため、静電容量の可変率を大きくすることができなかった。

【0008】そこで、本発明は単一素子でありながら、電氣的耐圧性に優れ、周波数安定度が高く、小型で、静電容量の可変率が大きい特性を有する可変容量コンデンサを提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の可変容量コンデンサは、上記目的を達成するために次のように構成される。すなわち、絶縁支持台と、該絶縁支持台の表面に形成された駆動電極と、該駆動電極と一定の間隔を介して前記絶縁支持台の表面に形成された検出電極と、前記駆動電極および該検出電極に対向して設けられた可動部を有する可動電極と、前記駆動電極および該可動電極の間に電圧を印加する手段とを備え、前記駆動電極と前記可動電極の間に電圧を印加した際に発生するクーロン力と可動部の弾力とが釣り合いを保ちながら、前記検出電極と前記可動部との平均距離が前記駆動電極と前記可動部との平均距離に比べて狭くなるように前記可動部が可動するものである。

【0010】駆動電極と可動電極の間に外部バイアス電圧を印加すると、駆動電極と可動電極の間には、クーロン力が発生する。このため、可動部は、自らの弾力とクーロン力との釣り合いを保ちながら、駆動電極に引き寄せられる。この際、可動部の検出電極と向きあう部分は、可動部の駆動電極と向きあう部分よりも大きく変位する。換言すると、可動部が変位することにより、可動部と検出電極の間の平均距離は、可動部と駆動電極の間の平均距離の変化に比べてより狭くなる。可動部と検出電極の間の静電容量は、両者間の平均距離に反比例する。このため、検出電極と可動部の間の静電容量が大きくなるとともに、両者の間の静電容量の可変率が大きくなる。

【0011】

【発明の実施の形態】

（実施例1）図1を用いて本発明にかかる可変容量コン

デンサの実施例を説明する。

【0012】可変容量コンデンサは、絶縁支持台5と、可動電極6と、駆動電極7と、検出電極8とから構成される。

【0013】絶縁支持台5はガラス、セラミック等の絶縁性物質で形成された四角板である。

【0014】可動電極6は、固定部9と、支持部10と、可動部11とから一体に形成される。

【0015】長方形板の固定部9は、絶縁支持台5の端縁近くの表面に、絶縁支持台5の端縁と固定部9の長辺が平行となるように固定して設けられる。

【0016】絶縁支持台5の中央部側の固定部9の長辺端縁には、板状の支持部10が立設して設けられる。

【0017】長方形板の可動部11の一方の長辺端縁は支持部10の上端面に固定される。この結果、可動部11は支持部10によって支えられ、絶縁支持台5の表面から浮いた状態で平行に保たれる。

【0018】なお、可動電極6は、二酸化ケイ素(SiO_2)層12と、二酸化ケイ素層12の裏面に形成された導体層13Aと、二酸化ケイ素層12の表面に形成された導体層13Bの積層構造からなる。すなわち、二酸化ケイ素層12に対して表裏対称な積層構造が形成される。このため、二酸化ケイ素層12の表裏面に発生する応力は相互に相殺されるので、可動電極6とくに可動部11の反りが防止される。さらに、可動部11は厚みが $1\mu\text{m}$ 程度に薄く形成されるので、極めて軽くなる。この結果、可動部11の先端部は垂れ下がることなく、可動部11と絶縁支持台5の間隙L1は一定に保たれる。また、外部から可変容量コンデンサに加わる振動等によって可動部11が容易に振動するのを避けるため、可動部11の機械的共振周波数を高く設定する。このため、導体層13A、13Bとして、一般的に比重の軽いアルミニウムの薄膜が用いられる。導体層13Bは、絶縁支持台5の表面に形成された四角形の引き出し電極14と電気的に接続される。なお、引き出し電極14の形状はできるだけ大きくして、抵抗成分の影響を小さくする。

【0019】駆動電極7は、アルミニウム、金などの抵抗率の低い材料で形成された長方形の薄膜電極である。長辺の長さは可動部6の長辺と同じであり、短辺の長さは可動部6の支持部10から自由先端までの短辺の長さの $2/3$ 程度である。駆動電極7は、支持部10と一定の間隔W1を配して、可動部11と対向する絶縁支持台5の表面に形成される。なお、駆動電極7の短辺中央部と電気的に接続する引き出し電極15が、絶縁支持台5の表面に形成される。

【0020】検出電極8は、アルミニウム、金などの抵抗率の低い材料で形成された長方形の薄膜電極である。長辺の長さは可動部の長辺と同じであり、短辺の長さは可動部の短辺の長さの $1/3$ 程度である。検出電極8は、駆動電極7の長辺と一定の間隔W2を配して、可動

部11と対向する絶縁支持台5の表面に形成される。なお、駆動電極7から離れた側の検出電極8の長辺と電気的に接続する引き出し電極16が、絶縁支持台5の表面に形成される。引き出し電極16の形状はできるだけ大きくして、抵抗成分の影響を小さくする。

【0021】次に、図2(a)乃至(d)を用いて、可変容量コンデンサの製造方法の概略について説明する。なお、図2は、図1(a)におけるA-A'の断面図である。

【0022】絶縁支持台5の表面に、所定形状のマスクパターンを用いて、蒸着あるいはスパッタリング等の手段により、駆動電極7と、検出電極8と、引き出し電極14、15、16が形成される。

【0023】次に、駆動電極7および検出電極8の表面を覆うように、例えば酸化亜鉛(ZnO)からなる一定厚の長方形板の犠牲層17が形成される。なお、犠牲層17は、所定形状のマスクパターンを用いて、蒸着あるいはスパッタリング等の手段により形成される。

【0024】次に、犠牲層17の表面と、犠牲層17の引き出し電極14側の長辺側面と、犠牲層17の引き出し電極14側の長辺側面と引き出し電極14の間の絶縁支持台5の表面には、アルミニウムの導体層13Aが形成される。

【0025】次に、この導体層13Aの表面には、所定形状のマスクパターンを用いて、スパッタリングあるいはプラズマCVD法などの手段により二酸化ケイ素層12が形成される。なお、二酸化ケイ素層12のうち、犠牲層17の上部に形成される部分は厚みが $1\mu\text{m}$ 程度となるように形成し、犠牲層17の上部以外の部分に比べて薄くする。さらに、二酸化ケイ素層12の表面には、所定形状のマスクパターンを用いて、蒸着あるいはスパッタリング等の手段によりアルミニウムの導体層13Bが形成される。

【0026】この後、化学エッチング等の手段を用いて犠牲層17を除去すると、可変容量コンデンサが形成される。

【0027】次に、可変容量コンデンサの動作の概略について説明する。

【0028】引き出し電極14と15を介して、可動電極6と駆動電極7の間に直流の外部バイアス電圧を印加すると、可動電極6と駆動電極7との間にはクーロン力が発生する。この結果、可動部11は、支持部10の上端面を支点として、駆動電極7に引き寄せられる。また、可動部11には、元の位置に戻ろうとする弾力が発生する。この結果、可動部11は、クーロン力と弾力が釣り合う位置まで変位して静止する。

【0029】さらに、図3を用いて、可動部11が変位した場合の、駆動電極7および可動部11と、検出電極8および可動部11の変位関係を詳説する。可動電極6と駆動電極7の間に外部バイアス電圧が印加されてい

い場合の、駆動電極7と可動部11の間隙 L_1 の幅を a とする。また、可動部11の短辺の長さの値を b とする。本来、駆動電極7と支持部10の間には隙間 W_1 が、駆動電極7と検出電極8の間には隙間 W_2 が設けられているが、隙間 W_1 、 W_2 は計算の便宜上無視し、駆動電極7の短辺方向の長さを $2b/3$ 、検出電極8の短辺方向の長さを $b/3$ として説明する。

【0030】可動電極6と駆動電極7の間のクーロン力と、可動部11の弾力との釣り合いが保たれるのは、クーロン力の合力の作用点である駆動電極7の短辺中央部と可動部11の平均距離 L_2 が、 $a \geq L_2 \geq 2a/3$ の場合である。この条件下で可動部11が変位すると、検出電極8の短辺中央部と可動部11の平均距離 L_3 は、 $a \geq L_3 \geq a/6$ の範囲で変わる。検出電極8と可動部11の間の静電容量は、平均距離 L_3 に反比例する。このため、検出電極8と可動部11の平均距離 L_3 の値が当初の a から $a/6$ に変わると、検出電極8と可動部9の当初の静電容量に比べて6倍（ $= a \div (a/6)$ ）の大きさとなる。従って、極めて大きな静電容量が得られるばかりか、静電容量の変率も極めて大きくなる。

【0031】（実施例2）図4を用いて、本発明にかかわる他の可変容量コンデンサの実施例を説明する。実施例1と異なるのは、可動部11の両端が支持部10A、10Bによって支えられていることと、検出電極8が可動部11の中央部と対向して絶縁支持台5の表面に設けられており、駆動電極7A、7Bが検出電極8の両端に配設されていることである。従って、実施例1と対応する構成部分は同じ番号を用いて、説明は簡略化する。

【0032】可変容量コンデンサは、絶縁支持台5と、可動電極6と、駆動電極7A、7Bと、検出電極8とから構成される。

【0033】可動電極6は、固定部9A、9Bと、支持部10A、10Bと、可動部11とから一体に形成される。

【0034】長方形板の固定部9A、9Bは、絶縁支持台5の対向する両端縁近くの表面に、絶縁支持台5の端縁と固定部9A、9Bの長辺が平行となるように固定して設けられる。

【0035】絶縁支持台5の中央部側の固定部9A、9Bの長辺端縁には、支持部10A、10Bが立設して設けられる。

【0036】長方形板の可動部11の対向する長辺の両端縁は支持部10A、10Bの上端面にそれぞれ固定される。この結果、可動部11は支持部10A、10Bによって支えられ、絶縁支持台5の表面上に浮いた状態で平行に保たれる。

【0037】なお、可動電極6は、二酸化ケイ素層12と、二酸化ケイ素層12の裏面に形成された導体層13Aと、二酸化ケイ素層12の表面に形成された導体層13Bの積層構造からなる。導体層13Bは、絶縁支持台

5の表面に形成された四角形の引き出し電極14と電気的に接続される。引き出し電極14の形状はできるだけ大きくして、抵抗成分の影響を小さくする。

【0038】駆動電極7A、7Bは、長方形のアルミニウム、金などの抵抗率の低い材料で形成された薄膜電極である。駆動電極7A、7Bは、支持部10A、10Bと一定の間隔 W_3 を配して、可動部9と対向する絶縁支持台5の表面に形成される。駆動電極7A、7Bの短辺中央部と電気的に接続する引き出し電極15が、絶縁支持台5の表面に形成される。

【0039】検出電極8は、長方形のアルミニウム、金などの抵抗率の低い材料で形成された薄膜電極である。検出電極8は、駆動電極7の間に、駆動電極7と一定の間隔 W_4 を配して形成される。検出電極8と電気的に接続する引き出し電極16が、絶縁支持台5の表面に形成される。引き出し電極16の形状はできるだけ大きくして、抵抗成分の影響を小さくする。

【0040】次に、図5を用いて、可変容量コンデンサの動作について説明する。

【0041】引き出し電極14と15を介して、可動電極6と駆動電極7A、7Bの間に直流の外部バイアス電圧を印加すると、可動電極6と駆動電極7A、7Bの間にはクーロン力が発生する。この結果、可動部11は、支持部10の上端面を支点として、可動部11の駆動電極7A、7Bと対向する部分が駆動電極7A、7Bに引き寄せられる。また、可動部11には、元の位置に戻ろうとする弾力が発生する。この結果、可動部11は、クーロン力と弾力が釣り合う位置まで変位して静止する。

【0042】この際、検出電極8と対向する可動部11の一部分は、駆動電極7A、7Bと対向する可動部11の一部分に比べて、支持部10の上端面からより離れているためにより大きく変位し、検出電極8と可動部11の平均距離はより狭くなる。このため、大きな静電容量が得られるばかりか、静電容量の変率が極めて大きくなる。

【0043】

【発明の効果】本発明は、上述のような構成であるから次のような効果を有する。すなわち、可動部は、駆動電極と可動電極との間に発生するクーロン力と、自らの弾力との釣り合いを保ちながら変位する。この際、検出電極と可動部の平均距離は大きく変化する。両者の間の静電容量は、この平均距離の逆数に比例する。このため、検出電極と可動部の間の静電容量の変率が大きくなる。また、バラクタダイオードに比べて直列抵抗が極めて小さくなる。このため、 $1/2\pi fcr$ （但し、 f は周波数、 c は静電容量、 r は内部抵抗）で表わされる Q 値の非常に高いものが得られ周波数安定度が向上する。さらに、可動部と検出電極との間は空気で絶縁されているため、可変容量コンデンサの耐圧が高くなる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る可変容量コンデンサであり、図 1 (a) は斜視図であり、図 1 (b) は図 1 (a) における A-A' での断面である。

【図 2】本発明に係る可変容量コンデンサの製造方法を示す概略図であり、図 1 (a) における A-A' と同じ場所の断面図である。

【図 3】本発明に係る可変容量コンデンサにおいて、駆動電極と可動電極の間に電圧を印加した際の、可動部と駆動電極の短辺中央部との平均距離と、可動部と検出電極の短辺中央部との平均距離との関係を示す図である。

【図 4】本発明に係る他の可変容量コンデンサであり、図 3 (a) は斜視図であり、図 3 (b) は図 3 (a) における A-A' での断面である。

【図 5】本発明に係る他の可変容量コンデンサにおい

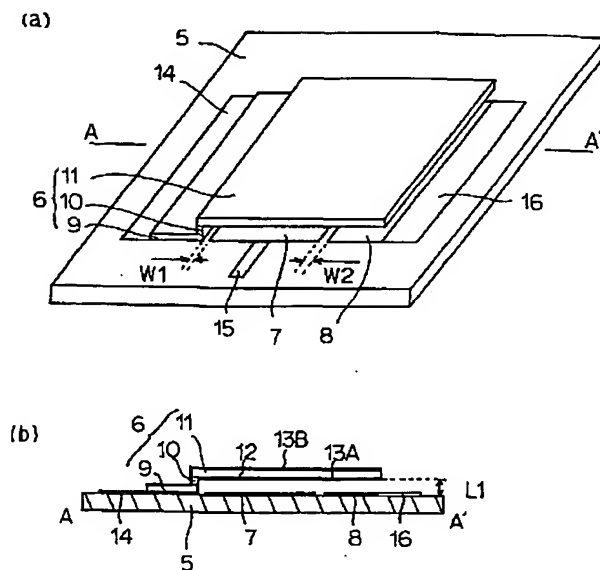
て、駆動電極と可動電極の間に電圧を印加した際の、可動部が変位した状態を示す概略図である。

【図 6】従来の発明の可変容量コンデンサの断面図である。

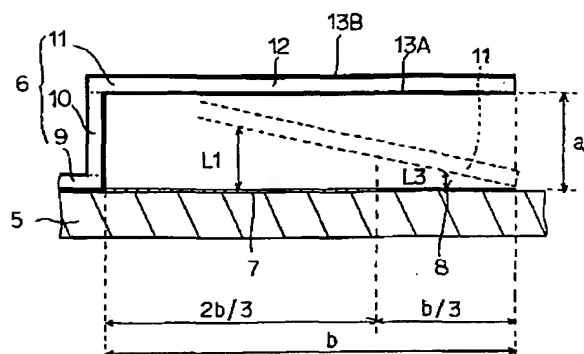
【符号の説明】

- 6 可動電極
- 7 駆動電極
- 8 検出電極
- 9 可動部
- 10 支持部
- 11 固定部
- 12 二酸化ケイ素層
- 13A、13B 導体層
- 17 犠牲層

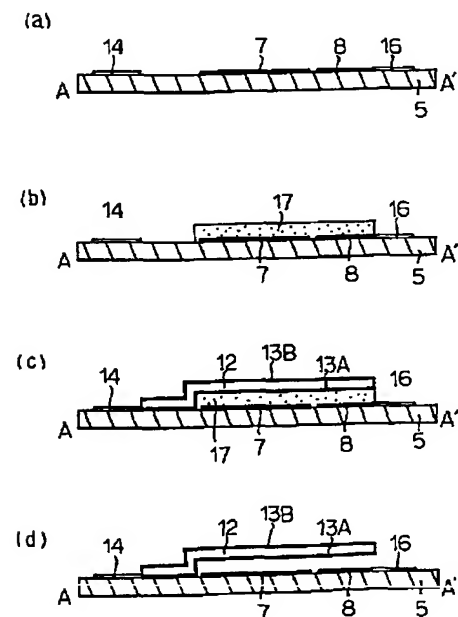
【図 1】



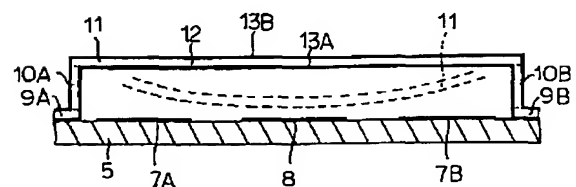
【図 3】



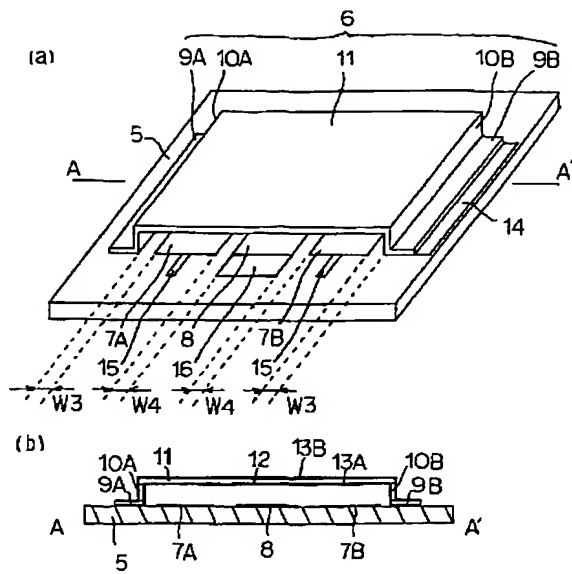
【図 2】



【図 5】



【図 4】



【図 6】

